

ICS 25.040

CCS N 18

团体标准

T/DZJN 433—2025

分布式调相机分散控制系统（DCS）技术规范

Standardized Technical Specification for DCS of Distributed Synchronous
Condenser

2025-06-27 发布

2025-06-30 实施

中国电子节能技术协会 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 缩略语 2

5 系统构成 2

6 总体要求 2

7 技术要求 3

 7.1 通用要求 3

 7.2 通信网络 4

 7.3 电源 4

 7.4 控制器及 I/O 模件 5

 7.5 人机接口 5

 7.6 外围设备 5

 7.7 控制功能 5

 7.8 保护功能 6

 7.9 性能要求 6

8 检验规则 6

 8.1 通用要求 6

 8.2 验收条件 6

 8.3 静态试验 7

 8.4 动态试验 8

9 标志和随行文件 9

 9.1 标志 9

 9.2 随行文件 10

10 包装、运输 10

 10.1 包装 10

 10.2 运输 10

附录 A（资料性）分布式调相机 DCS 典型案例框图 11

附录 B（资料性）主要设备控制和保护条件 11

 B.1 交流润滑油泵 12

T/DZJN 433—2025

B.2 直流润滑油泵 13

B.3 排烟风机 13

B.4 油箱加热器 14

B.5 油净化装置 14

B.6 风冷冷却系统 14

B.7 水冷冷却系统 14

B.8 电气系统 16

B.9 顺控 APS 17

B.10 保护跳闸 19

前 言

本文件依据 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国电子节能技术协会提出并归口。

本文件起草单位：国电南瑞科技股份有限公司、国能智深控制技术有限公司、国家电投集团科学技术研究院有限公司、许继电气股份有限公司、国网甘肃省电力公司、国网重庆市电力公司电力科学研究院、国网冀北张家口风光储输新能源有限公司、国网青海省电力公司电力科学研究院、山东齐鲁电机制造有限公司、湘潭电机股份有限公司、华能新能源股份有限公司河北分公司、中国船舶集团风电发展有限公司、河南九域恩湃电力技术有限公司、中煤电力有限公司、中广核风电有限公司、北京吉能新能源科技有限公司、国网北京市电力公司、大唐向阳风电有限公司、西安云波电力技术有限公司、北京京能国际控股有限公司、哈尔滨电机厂有限责任公司、北京京能清洁能源电力股份有限公司东北分公司、国能青海共和新能源开发有限公司、北京四方继保自动化股份有限公司、宁夏电力能源科技有限公司、国网湖南省电力有限公司电力科学研究院、辽宁东科电力有限公司、内蒙古电力（集团）有限责任公司内蒙古电力科学研究院分公司、中国电子节能技术协会工业电气传动节能专业委员会、北京低碳绿标信息技术咨询有限公司。

本文件主要起草人：杨合民、胡静、冯健、孙瑜、白宁、姜晓霞、王攀峰、宋红涛、向红伟、张清敏、陈咏涛、李登峰、寇建、梁博韬、赵文强、王正伟、于代军、蔡恒川、吴若欣、石生磊、王向伟、桑申刚、李丽娜、谭贤明、苗文哲、杨华磊、李辉、左玖玲、许伟、刘源、李学富、胡金平、王宁、宜振文、高宝金、牛炜、杨文波、王六虎、郝守礼、翟超、靳慧勇、李二保明、王大海、王超、殷奎、董天雪、李金奎、黄鸣宇、马一鸣、陈道君、邱逢良、于龙滨、蒋大伟、赵炜、赵松、吴晨阳、安宁、饶丹、张寅、李艺、仲常福、曾凡斐、莫宇、张蔚琦、陈海龙、梁琛、李亚昕、康晓华、赵龙、罗利、陈香保、徐波、柳永妍、李成功、冯汉聪、伍佩妆。

分布式调相机分散控制系统（DCS）技术规范

1 范围

本文件规定了分布式调相机分散控制系统的系统构成、总体要求、技术要求、试验方法、标志和随行文件、包装、运输和贮存的技术要求。

本文件适用于新建或改建 50Mvar 及以下分布式调相机分散控制系统。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 190 危险货物包装标志

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 4798.2 环境条件分类 环境参数组分类及其严酷程度分级 第 2 部分：运输和装卸

GB/T 6388 运输包装收发货标志

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 17214.1 工业过程测量和控制装置工作条件 第 1 部分：气候条件

GB/T 17626 电磁兼容试验和测量技术

GB/T 26863 火电站监控系统术语

GB/T 29247 工业自动化仪表通用试验方法

DL/T 1083-2019 火力发电厂分散控制系统技术条件

DL/T 2122-2020 大型同步调相机调试技术规范

3 术语和定义

GB/T 26863、DL/T 1083 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

分布式调相机 distributed synchronous condenser

一种与电网相连、不通过轴系机电能量转换、仅通过改变励磁电流的方式向电网输送或吸收无功功率的高度集成化，容量为 50MVar 及以下的同步调相设备。

3.2

分散控制系统 distributed control system

采用计算机、通信和屏幕显示技术，实现对生产过程的数据采集、控制和保护功能，利用通信技术实现数据共享的多计算机监控系统。

[来源：DL/T 1083-2019，3.1.1]

3.3

操作员站 operator workstation

用于操作员与分散控制系统进行人机交互，并提供对工业过程的监控、操作和维护功能的服务器或

工作站。

3.4

历史站 **history workstation**

用于存储和管理分散控制系统中历史数据的服务器或工作站。

3.5

工程师站 **engineering workstation**

兼具操作员站的功能，并用于操作员进行系统配置，下载到逻辑控制器，将图形报表等配置同步给操作员站的服务器或工作站。

3.6

现场控制单元 **field control unit**

用于在设定的控制周期下循环执行一系列任务，包括从 I/O 设备采集现场数据、执行控制逻辑运算、向输出设备输出控制指令以及与操作员站进行数据交换的中央处理单元。

3.7

输入输出模件 **I/O module**

将生产过程参数转换为工业控制计算机系统能够接收的数字信号，或将工业控制计算机系统输出的数字信号转换成生产设备能够接收的物理信号的部件或组件。

[来源：DL/T 1083-2019，3.1.5]

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

EMC：电磁兼容（Electromagnetic Compatibility）

AVC：自动电压控制（Automatic Voltage Control）

SOE：事件顺序记录（Sequence Of Event）

SFC：静止变频器（Static Frequency Converter）

APS：机组自启停控制系统（Automatic Plant Startup And Shutdown System）

DCS：分散控制系统（Distributed Control System）

5 系统构成

5.1 分布式调相机 DCS 的典型系统框图参见附录 A。

5.2 单个场站内的分布式调相机 DCS 建议设置至少三面控制屏柜、一面网络电源柜和独立于 DCS 的硬手操设备，控制柜内包含现场控制单元和 I/O 模件，控制室中应配置工程师站、操作员站和历史站，用于人机交互。

- a) 控制柜分别进行热控、电气、公用系统控制，每面屏柜独立组屏，配置独立冗余控制器及相应 I/O 模件；
- b) 网络电源柜应包含系统电源总进线及热控、电气、公用控制柜、操作站电源出线，并具备厂站层网络分配、对外网络接口功能；
- c) 紧急按钮箱应具备控制分调相机灭磁开关、分变压器开关、启动交流油泵、启动直流油泵功能，支持光纤接口，并用于远程控制。

6 总体要求

6.1 分布式调相机 DCS 现场控制单元及集中监视控制操作站，应满足分布式布置、集中控制要求，设计应保证任何单一设备、部件故障不会导致整个系统故障，为关键参数所配置的冗余输入信号应配置在不同的模块中。

6.2 分布式调相机 DCS 系统设计上应满足如下要求：

- a) 冗余设计，包括控制器冗余、供电冗余、总线通讯冗余、通信网络冗余；
- b) 开放体系架构，能够提供多层开放数据接口。

6.3 分布式调相机 DCS 应能实时、准确、有效地完成对分布式调相机组的监视和控制，主要功能如下：

- a) 数据采集和处理；
- b) 事件顺序记录；
- c) 事故故障报警及记录；
- d) 控制操作和无功调节；
- e) 机组保护；
- f) 运行操作指导；
- g) 人机接口及操作；
- h) 历史数据存储及查询；
- i) 系统自诊断与冗余切换。

7 技术要求

7.1 通用要求

7.1.1 环境条件要求

分布式调相机 DCS 应在以下环境条件下能正常运行：

- a) 工作环境条件：安装在控制室内（有空调）温度范围：5℃~40℃（GB/T 17214.1 中 B2 级，适用于户内或掩蔽场所）；安装在现场（无空调）温度范围：-25℃~55℃（GB/T 17214.1 中 C2 级，适用于户外场所）；
- b) 允许的环境湿度：<95%RH，无凝露，严酷等级应达到 40℃±2℃。
- c) 储存环境条件：储存环境温度：-40℃~85℃；装箱件应在防雨、通风、干燥的环境中保管，箱子不得倒置、倾斜；非装箱件允许垫平露天存放、不与地面接触。
- d) 工作振动条件：振动等级为控制室或低振动级场所，振动频率 10Hz~150Hz，位移峰幅值为 0.075mm。

7.1.2 抗干扰要求

分布式调相机 DCS 屏柜安装于控制室电子间，机柜门应有导电门封垫条，以提高抗射频干扰能力。柜门上不应装设任何系统部件。

静电放电抗扰度、电快速瞬变脉冲群抗扰度、浪涌抗扰度、电压暂降和电压变化抗扰度、射频电磁场辐射抗扰度、工频磁场抗扰度等试验，应满足 GB/T 17626 相应要求，抗电干扰应满足 GB/T 29247 要求。

7.1.3 接地要求

- a) DCS 与电气二次系统公用接地网，接地点应远离与动力设备接地点。DCS 的接地铜排到大地的接地电阻≤0.5Ω。
- b) 各电子机柜中应设有独立的安全地、屏蔽地及相应接地铜排。每套 DCS 可采用中心接地汇流

排的方式，实现系统的单点接地。电缆屏蔽层在机柜侧单端接地。DCS 接地线与电气接地网只允许有一个连接点。

7.1.4 机柜安装及接线要求

- a) 机柜内的端子排应布置在离柜底 300mm 以上和距柜顶 150mm 以下的位置；
- b) 机柜内弱电信号的端子排物理上应与控制、电源供电回路的端子排分开。模拟量信号回路的端子排应物理上与数字量接线端子分离，并为每个模拟量信号提供专用的屏蔽端子。所有继电器、控制开关和设备的备用接点应引至端子排上。机柜内的每个端子排和端子都应有清晰的标志，并与图纸和接线表相符；
- c) 控制机柜底座与楼层钢筋不连通时，其任何金属部件都应与大地处于浮置状态。安装时，机柜与安装底座间应垫绝缘胶皮，固定机柜用地脚螺丝与底座间应有胶皮绝缘；
- d) 端子排、电缆夹头、电缆走线槽及接线槽均应由“非燃烧”型材料制造。每个端子应能同时接入 2 根 1.5mm^2 线径的导线；
- e) 机柜的接线方式应满足电缆由柜底引入的要求；
- f) 机柜内应预留充足空间，能方便接线、汇线和布线；所有接线端子柜应合理配置电缆布线空间，确保所有电缆接线完成后柜内仍留有 15% 的富余空间；
- g) DCS 信号电缆与动力电缆应分开敷设，防止强电与弱电相互干扰，造成设备损坏或保护误动。

7.2 通信网络

分布式调相机 DCS 为三层两网架构，由厂站层、控制层、过程层、厂站层网络、过程层网络组成：

- a) 厂站层包括工程师站、操作员站等上位机设备，具有操作监控功能，是 DCS 与运行人员的交互接口；
- b) 控制层主要由现场控制单元构成，成对冗余配置。该层为核心层，对下连接过程层，接收来自过程层的现场数据，并向设备输出控制指令（按照预先定义的控制逻辑控制设备启停）；对上连接厂站层，提供过程数据，接收控制指令；
- c) 过程层主要由输入/输出单元构成，是 DCS 与分布式调相机现场的交互接口，负责采集现场信号、接收控制层指令并发给现场执行机构；
- d) 厂站层网络主要连接控制器与监控服务器，通讯应冗余配置；
- e) 过程层网络连接 I/O 模件与控制器，通讯应冗余配置；
- f) 冗余的数据通信网络宜采用同时工作的方式，当发生单一数据通信网络故障或错误时，不应引起系统数据通信网络的故障或错误。

7.3 电源

7.3.1 交流电源要求如下：

- a) 供电对象：分布式调相机 DCS 网络电源柜；
- b) 两路交流，一路为站用电，一路为交流不间断 UPS 电源，电压 220V，频率 50Hz；
- c) 完全独立冗余配置。

7.3.2 直流电源要求如下：

- a) 供电对象：控制器、I/O 模件、通讯模组、信号电源；
- b) 电压 24V（参考），冗余配置，两路独立供电。

7.3.3 在一路电源故障时自动切换到另一路，以保证任何一路电源的故障均不会导致系统的任一部分失电。任意一路电源失电应在操作员站上报警，两路同时失电时操作台应支持声或光报警器报警。

7.3.4 对无双路交流电源接入计算机装置（工程师站、操作员站及显示器），应配置快速电源切换装置满足计算机供电可靠性。

7.4 控制器及 I/O 模块

7.4.1 分布式调相机 DCS 中控制器应按照功能单元设置，每个功能单元应至少设置一对互为备用控制器，无扰切换。

7.4.2 每台控制器均应设置双路电源，一路电源掉电无影响，并保证控制器在最大负荷下运行；设置冗余的 I/O 层、厂站层网络通信接口，当主控通讯网络或 I/O 通讯网络上任何节点故障，不应引起其他节点及该节点所在网络故障。

7.4.3 分布式调相机 DCS 中 I/O 通道熔丝与 DCS 卡件熔丝的熔断速度及额定电流应匹配，防止任一通道故障影响整块卡件运行，且包含以下类型：

- a) 开入通道，无源干接点信号接入；
- b) 开出通道，无源干接点信号输出；
- c) 模拟量输出通道，4mA~20mA 电流信号；
- d) 模拟量输入通道，4mA~20mA 电流信号，支持两线制、四线制；
- e) RTD 通道，支持但不限于 Pt100、Pt10、Cu50 传感器类型；
- f) 交采通道，支持 CT/PT 二次侧直接采集。

7.4.4 分布式调相机 DCS 中外部通信接口应支持 Modbus-RTU 等通讯协议。

7.4.5 分布式调相机 DCS 中冗余的控制器均应支持对时，接口方式如下：

- a) IRIG-B 码对时；
- b) NTP 网络对时（监控系统）。

7.5 人机接口

7.5.1 至少应设置一台操作员站、一台工程师站兼历史站。操作员站应设计足够的人机界面功能，使运行人员能够实时监控机组、工艺系统和设备的运行，及时监视并处理异常工况和故障；工程师站应使维护工程师能够进行应用程序的调试、修改、备份及数据库维护工作。

7.5.2 人机接口应包含以下功能：

- a) 可视化逻辑组态，集成丰富的控制算法块，支持自定义算法集成；
- b) 可视化监控组态和人机交互界面，支持图形封装，按层次结构或树形结构查阅工艺流程图、成组参数等；
- c) 可配置化权限管理，防止非法侵入和修改；
- d) SOE、报警、趋势、事件、日志、诊断等功能组件；
- e) 支持与保护、场站集控、AVC 等系统以 IEC 61850、IEC 104、OPC UA 等协议；
- f) 具有防误操作功能，在任何运行工况按下非法操作键时，系统应拒绝响应。

7.6 外围设备

应设置操作台，操作员站、工程师站建议安放在操作台上。操作台应颜色柔和，空间充分，台面不反光，适合运行人员长期监视和操作的需要。宜配置打印机，安装于操作员控制室，用于操作员站画面、趋势曲线等打印。

7.7 控制功能

T/DZJN 433—2025

7.7.1 主机顺控功能，包括调相机一键顺控启机、快速再启动、一键顺控停机，实现机组启机并网和停机。

7.7.2 辅机控制功能，实现对润滑油、风冷、水冷等辅机系统一键启停、一键自检。

7.7.3 电气控制功能，包括对励磁、SFC、站用变、主变等系统中隔离开关和断路器远程状态监测与控制。

7.7.4 具体控制内容参见附录 B。

7.8 保护功能

应具备热工保护功能，检测轴瓦温度与振动、润滑油系统压力与液位、冷却系统断水判断、机组超速、紧急停止触发信号。主保护按照“三取二”原则出口，当一套传感器故障时，采用“二取一”逻辑出口，当两套传感器故障时，采用“一取一”逻辑出口。保护信号应遵循从取样点到输入模件全程相对独立的原则。如确因系统原因测点数量不够，应有防保护误动措施，确保热工保护、协调控制、辅机控制正确动作，避免设备损坏和故障范围扩大。具体控制内容参见附录 B。

7.9 性能要求

7.9.1 通讯速率应满足控制系统实时性要求，通信网络采用工业以太网方式时，节点通信速率应达到 100Mbit/s，I/O 通信网络采用串行通信方式时，速率宜不低于 1Mbit/s。

7.9.2 信号采集周期应满足以下要求：一般模拟量信号：4 次/s；一般开关量信号：10 次/s；快速要求模拟量信号：8 次/s；快速要求开关量信号：20 次/s；SOE 分辨率： $\leq 1\text{ms}$ 。

7.9.3 对温度等慢过程控制对象，扫描周期不大于 500ms；对机组保护跳闸等需尽快动作的回路，其扫描周期应不超过 20ms。

7.9.4 在整个运行环境范围内，I/O 信号精确度应满足如下要求：模拟量输入信号（高电平）： $\pm 0.1\%$ ；模拟量输入信号（低电平）： $\pm 0.2\%$ ；模拟量输出信号： $\pm 0.25\%$ 。

7.9.5 人一机接口界面应满足以下性能要求：显示器全画面显示时间 $\leq 2\text{s}$ ；显示数据更新时间不低于 1 次/s；画面调用击键次数 ≤ 3 次；次操作指令执行时间 $\leq 1\text{s}$ ；指令发出到执行信息的反馈显示时间 $\leq 1\text{s}$ 。

7.9.6 系统支持硬接点数量应可扩展，数量不低于 5000 点；历史存储可支持不同时间间隔存储，最低间隔应不超过 1s，且支持点量不低于 5000 点，存储时间不大于 s。

7.9.7 两路交流，一路为站用电，一路为交流不间断 UPS 电源，电压 220V，频率 50Hz。

8 检验规则

8.1 通用要求

系统在试验过程中应检查设备的数量、配置、使用的材料、组装工艺是否满足要求。通过静态试验和动态试验，初步验证系统所实现的功能和达到的性能。应满足：

- a) 调相机主辅机设备启停控制信号均应采用脉冲信号，防止 DCS 失电时误出口造成设备停运；
- b) 主机及主要辅机保护逻辑执行时序、配合时间应按设备工艺及控制要求设计，防止因参数设置不当保护误动。

8.2 验收条件

8.2.1 根据分布式调相机 DCS 所包含的功能范围，工程验收应满足以下条件：

- a) 全部现场设备均应进行安装、调试、试运行并通过静态试验、动态试验；

- b) 硬件和软件应按技术协议要求完成安装和调试，投入连续运行并提供完整的调试报告；
- c) 工作环境符合 7.1.1 环境条件的要求。
- 8.2.2 凡遇下列情况之一，应进行型式检验：
- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
- b) 正式生产后，如产品结构、原材料、生产工艺和管理有较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 产品长期停产后，恢复生产时；
- d) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- e) 型式检验项应参考表 1 及表 2 内容进行。

8.3 静态试验

8.3.1 静态试验主要包括对抗干扰能力、接地保护的检查、I/O 模件输入输出精度及真实性的验证、电源切换及适应能力的评估、工作站功能测试以及设备间通讯能力的检测等，这些试验项目主要是为了对屏柜、工作站及控制单元进行一般性能试验。

8.3.2 静态试验按照表 1 的要求进行。

表 1 分布式调相机 DCS 静态试验验收表

产品	试验项目	试验要求	
		静态试验	型式检验
工作站、控制器、I/O 模件、通讯设备	外观	√	×
机柜（箱）和操作台	尺寸及允许误差	√	×
交换机	交换机设置	√	×
	交换机接线	√	×
	整个网络中各工作站、控制器与交换机的连接是否与设计图纸一致	√	×
	监视网络误码、网络负荷和网络各接点状态	√	△
	模拟网络故障，检查系统状态图是否正确	√	△
	控制器网络冗余切换功能检测	√	△
	工作站端网络冗余切换功能检测	√	△
	网络负荷率是否满足要求	√	△
控制器	控制器冗余切换功能检测	√	△
	控制器的硬件地址、网络地址、空间分配设置检查，是否符合实际要求	√	△
	模拟在线控制器的处理器故障，观察备用处理器的切换时间和状态	√	△
	记录控制器的空间、内存的消耗（均值、峰值）	√	△
	控制器负荷率是否满足要求	√	△
电源柜	电源切换试验	√	△
	电源适应能力测试	√	△

表 1 分布式调相机 DCS 静态试验验收表（参考）（续）

产品	试验项目	试验要求	
		静态试验	型式检验
工作站	主机电源及风扇工作是否正常，各项指示灯是否显示正常，风扇工作是否无异声	√	△
	检查工作站显示器各项调节功能	√	△
	检查历史记录站的存储提取是否正常	√	△
	打印预制报表、检验报表	√	△
	监视过程数据刷新周期是否满足要求	√	△
	操作指令发出时间是否满足要求	√	△
	趋势图表功能是否满足要求	√	△
	数据备份和导出功能是否满足要求	√	△
	报警功能是否满足要求	√	△
	打印功能是否满足要求	√	△
	对时功能是否满足要求	√	△
	工程师站和操作员站之间的闭锁和保护功能是否满足要求	√	△
	工作站负荷率是否满足要求	√	△
I/O 模件	输入信号精度是否满足要求	√	△
	输出信号精度是否满足要求	√	△
	检查输入参数真实性判断功能是否满足要求	√	△
	检查输入参数二次计算功能是否满足要求	√	△
	检查参数越限报警功能是否满足要求	√	△
	SOE 卡件分辨率是否满足要求	√	△
	现场总线主站功能测试	√	△
	现场总线协议转换模件功能测试	√	△
工作站，通讯设备	系统的重置能力是否满足要求	√	△
其他	抗电干扰性能	△	√
	电磁兼容	△	√
√为应检验项目；△为可选检验项目。			
注：检验项目的次序可能影响检验结果时，酌情对检验项目的次序做出规定。			

8.4 动态试验

8.4.1 动态试验包括对润滑油系统、风冷却系统、水冷却系统、电气系统、顺控 APS 系统、励磁系统、启动系统、AVC 系统及热工保护的检测试验，主要目的是对调相机系统进行功能性试验。

8.4.2 动态试验按照表 2 的要求进行。

表 2 分布式调相机 DCS 动态试验验收表

系统	试验项目	试验要求	
		动态试验	型式检验
润滑油系统	#1 交流油泵控制功能测试	√	△
	#2 交流油泵控制功能测试	√	△
	直流油泵控制功能测试	√	△
	#1 排烟风机控制功能测试	√	△
	#2 排烟风机控制功能测试	√	△
	油箱加热器控制功能测试	√	△
	油净化装置控制功能测试	√	△
风冷却系统	内循环风机控制功能测试	√	△
	外循环风机控制功能测试	√	△
水冷却系统	#1 循环水泵控制功能测试	√	△
	#2 循环水泵控制功能测试	√	△
	#1 组电加热器控制功能测试	√	△
	#2 组电加热器控制功能测试	√	△
	补气阀控制功能测试	√	△
	排气阀控制功能测试	√	△
	变频风机控制功能测试	√	△
	工频风机控制功能测试	√	△
电气系统	SFC 隔离变输入断路器控制功能测试	√	△
	SFC 隔离变输出断路器控制功能测试	√	△
	主变高压侧隔离开关控制功能测试	√	△
	主变高压侧接地开关控制功能测试	√	△
	调相机变压器开关柜断路器控制功能测试	√	△
	灭磁开关控制功能测试	√	△
	并网开关控制功能测试	√	△
顺控 APS 系统	油系统顺控启停控制功能测试	√	△
	调相机顺控启停控制功能测试	√	△
热工保护	热工保护动作控制功能测试	√	△
励磁系统	励磁系统控制功能测试	√	△
启动系统	SFC 系统控制功能测试	√	△
AVC 系统	AVC 系统控制功能测试	√	△
√ 为应检验项目；△ 为可选检验项目。			
注：检验项目的次序可能影响检验结果时，酌情对检验项目的次序做出规定。			

9 标志和随行文件

9.1 标志

9.1.1 产品标志

T/DZJN 433—2025

分布式调相机 DCS 柜体及柜内上粘贴的标志内容至少应包含商标、产品名称、型号规格、出厂编号及制造厂名等。

- a) 在柜头板或柜面上印刷设备名称、各柜体名称（或编码）。如与其他柜体一起布置，应协商保持统一风格；
- b) DCS 本体的每面屏柜的醒目位置粘贴公司标识和 LOGO；
- c) 对外接线或柜间的交直流接线排/地排上须贴相序、地线标识；
- d) 应使用相应的警告标识或安全指示。

9.1.2 包装标志

产品的包装储运标志和收发货标志应按照 GB/T 191 和 GB/T 6388 的有关规定执行。用作标志的符号应符合 GB 190、GB/T 191、GB/T 6388。产品包装箱外壁应使用防水标志，可包括但不限于：

- a) 到站、收货单位和地址；
- b) 发站、供货单位和地址；
- c) 产品名称、型号和数量；
- d) 标明“精密仪器”“小心轻放”“防震”及放置标记“↑”标识。

9.2 随行文件

产品标准要求提供的随行文件可包括：

- a) 产品合格证，符合 GB/T 14436；
- b) 产品说明书；
- c) 装箱清单；
- d) 随机备附件清单；
- e) 安装图；
- f) 检测报告；
- g) 搬运说明；
- h) 其他有关资料。

10 包装、运输

10.1 包装

10.1.1 产品的内包装为入库包装，宜用纸盒及隔震泡沫组合包装。

10.1.2 产品的外包装是为出厂运输进行的包装。可多台装置组合包装，宜采用木箱及隔震泡沫组合包装。防震、防潮、防尘等包装防护应符合 GB/T 13384 中的有关规定进行。

10.1.3 包装箱外尺寸须考虑运输路线最大限高，如有必要可选择性拆卸部分零件后到现场安装。

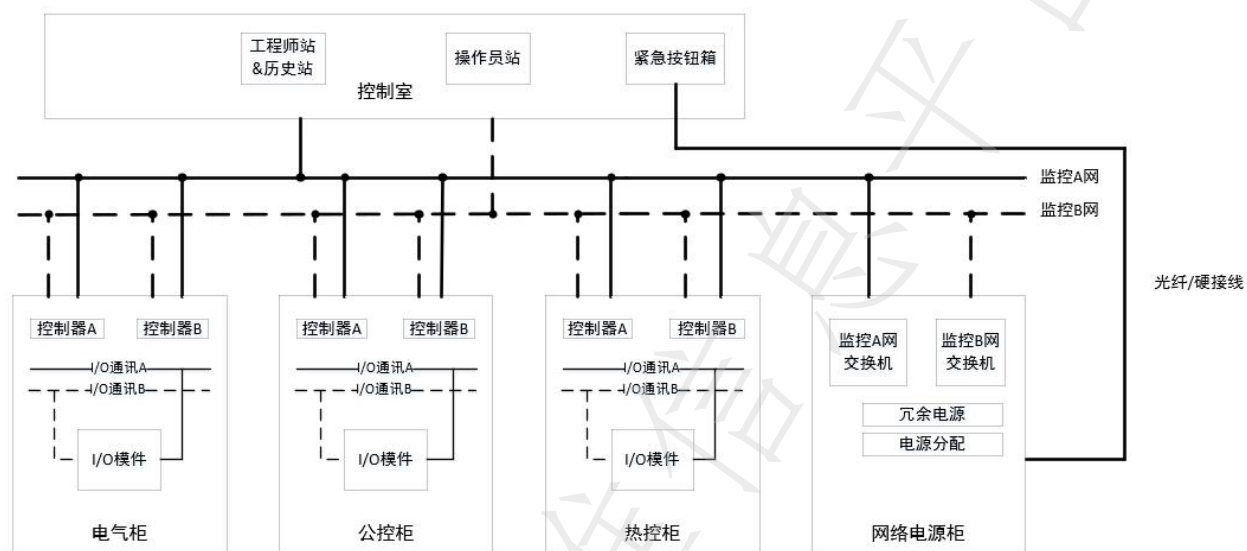
10.1.4 柜体包装后严禁多层叠放。

10.2 运输

10.2.1 包装后应能适应一般交通运输工具，产品运输时应采用箱体密封包装，且具备有效防雨、防潮、防振措施。

10.2.2 按 GB/T 4798.2 执行，必要时需指明设备适用的运输工具和运输时的要求。

附 录 A
(资料性)
分布式调相机 DCS 典型案例框图



附 录 B

(资料性)

主要设备控制和保护条件

注释：不同主机配置均存在差异，不同厂家装置内部的判断及定义有差异；因此下文涉及到的所有的逻辑以及定值、延时均应以现场实际调试为准。

B.1 交流润滑油泵

B.1.1 润滑油系统配置两台交流油泵且互为备用，出口压力低时联锁启动备用泵，启动交流润滑油泵应满足以下基本条件：

- a) 润滑油箱油温大于 10℃（可整定）；
- b) 润滑油箱油液位正常；
- c) 交流油泵设备正常可用；
- d) 交流润滑油泵投远方。

B.1.2 允许停止主交流润滑油泵（备交流润滑油泵），应满足以下任一基本条件：

- a) 调相机零转速信号且转速模拟量信号小于 5r/min；
- b) 另一台交流油泵运行正常且润滑油总管滤前压力正常。

B.1.3 联锁启主交流润滑油泵（备交流润滑油泵），应满足以下条件：[a AND (b OR c OR d)] OR e

- a) 交流润滑油泵联锁投入；
- b) 润滑油总管滤前压力低；
- c) 另一台交流润滑油泵停运；
- d) 另一台交流润滑油泵设备不可用；
- e) 周期切泵允许投入，主交流润滑油泵启动允许且备交流润滑油泵运行时间到（脉冲信号）。

B.1.4 联锁停主交流润滑油泵，应满足以下基本条件：

- a) 周期切泵允许；
- b) 主交流润滑油泵运行时间到；
- c) 备交流润滑油泵运行；
- d) 润滑油总管滤前压力正常；
- e) 润滑油母管压力正常；
- f) 备交流润滑油泵出口压力大于 5MPa（可整定）。

B.1.5 保护启主交流润滑油泵（备交流润滑油泵），应满足以下条件：a AND (b OR c OR d)

- a) 调相机非停机态；
- b) 另一台交流润滑油泵停运；
- c) 另一台交流润滑油泵设备不可用；
- d) 润滑油总管滤前压力低。

B.1.6 顺控启主交流润滑油泵，应满足以下任一基本条件：

- a) 顺控启第 N 步且交流油泵预选为主泵；
- b) 交流油泵未预选为主泵且油压建立失败且启顺控执行中。

B.1.7 顺控停主交流润滑油泵，应满足以下任一基本条件：

- a) 油系统停顺控第 N 步且主交流油泵运行；
- b) 预选为主泵且启备用泵润滑油压建立停主泵。

B.2 直流润滑油泵

B.2.1 直流油泵作为直流事故油泵，在机组事故工况、系统供油无法满足需要或交流电源失去的情况下使用，启动直流润滑油泵应满足以下基本条件：

- a) 润滑油箱油液位正常；
- b) 润滑油箱油温大于 10℃（可整定）；
- c) 直流油泵设备正常可用；
- d) 直流润滑油泵电机励磁正常；
- e) 直流润滑油泵投远方。

B.2.2 允许停止直流润滑油泵，应满足以下任一基本条件：

- a) 调相机零转速信号且转速模拟量信号小于 5r/min；
- b) 任一交流油泵运行正常且润滑油总管滤前压力正常。

B.2.3 联锁启直流润滑油泵，应满足以下条件：a AND (b OR c)

- a) 调相机非停机态（延迟数秒的脉冲信号）；
- b) 润滑油总管滤后压力低（脉冲信号）；
- c) 所有交流润滑油泵设备不可用或停运（脉冲信号）。

B.2.4 保护启直流润滑油泵，应满足以下条件：[a AND (b OR c)] OR [a AND d] OR e

- a) 就地联锁按钮投入；
- b) 润滑油总管滤后压力低；
- c) 所有交流润滑油泵设备不可用或停运；
- d) 调相机任一跳机信号动作；
- e) 直流润滑油泵联锁启动。

B.3 排烟风机

B.3.1 润滑油系统配置两台排烟风机且互为备用，运行风机故障时联锁启动备用泵，启动排烟风机应满足以下基本条件：

- a) 排烟风机电机设备正常；
- b) 排烟风机已停止；
- c) 排烟风机投远方。

B.3.2 允许停止主排烟风机（备排烟风机），应满足以下任一基本条件：

- a) 所有油泵已停止；
- b) 另一台排烟风机已运行。

B.3.3 联锁启动排烟风机，应满足以下任一基本条件：

- a) 联锁投入，另一台排烟风机电机设备不可用（脉冲信号）；
- b) 联锁投入，另一台排烟风机未运行（脉冲信号）；
- c) 周期切换投入，另一台排烟风机运行时间到（脉冲信号）；
- d) 任意油泵启动（脉冲信号）。

B.3.4 联锁停止主排烟风机，应满足以下任一基本条件：

- a) 所有油泵已停止（延迟数秒的脉冲信号）；
- b) 周期联锁投入，主排烟风机周期运行时间到且备排烟风机已运行（脉冲信号）。

B.3.5 顺控启主排烟风机，应满足以下基本条件：

- a) 油系统顺控开机第 N 步;
- b) 排油烟风机预选主风机。

B.3.6 顺控停排烟风机, 应满足以下基本条件:

- a) 油系统顺控停机第 N 步;
- b) 排油烟机电机启动反馈。

B.4 油箱加热器

B.4.1 润滑油系统配置一组润滑油箱加热器, 根据润滑油箱油温高低进行油箱加热器联锁控制, 启动油箱加热器应满足以下基本条件:

- a) 油箱加热器已停止;
- b) 润滑油箱油液位正常;
- c) 加热器投远方;
- d) 油箱加热器正常可用。

B.4.2 联锁启动油箱加热器, 应满足以下基本条件:

- a) 油箱温度低于 10℃ (可整定);
- b) 联锁投入 (按钮操作)。

B.4.3 联锁停止油箱加热器, 应满足以下任一基本条件:

- a) 油箱温度大于 35℃ (可整定);
- b) 润滑油箱油液位低。

B.4.4 紧急停油箱加热器的基本条件: 加热器故障 (脉冲信号)。

B.5 油净化装置

B.5.1 润滑油系统配置一台油净化装置, 用于在机组运行过程中, 净化和过滤掉混入润滑油中的水、气和杂质。根据实际运行需求, 由运行人员人为的选择启停。

B.5.2 启动油净化装置应满足以下基本条件:

- a) 润滑油净化装置投远方;
- b) 润滑油净化装置无故障;
- c) 润滑油油箱液位高于 450mm (可整定)。

B.5.3 停止油净化装置的基本条件: 润滑油油箱液位低于 320mm (可整定)。

B.6 风冷冷却系统

B.6.1 机组按需配置内循环风冷电机和外循环风冷电机。启动方式有自动启、手动启; 停止方式有: 自动停、手动停。

B.6.2 停止内循环风机应满足的基本条件: 所有定子绕组和定子铁芯温度小于设定值。

B.6.3 停止外循环风机应满足的基本条件: 所有定子绕组和定子铁芯温度小于设定值。

B.7 水冷冷却系统

B.7.1 水冷冷却系统包括循环泵、加热器、补气阀、排气阀、冷却风机等设备, 水冷系统控制功能主要包括设备联锁、顺序控制等。

B.7.2 水冷系统配置两台循环泵且互为备用，运行泵故障时联锁启动备用泵，遵循先停后启原则，启动循环泵应满足以下基本条件：

- a) 循环泵远程模式；
- b) 循环泵交流电源正常；
- c) 循环泵开关电源未断开；
- d) 循环泵无过载；
- e) 循环泵二次控制电源未断开；
- f) 膨胀罐液位无超低报警；
- g) 循环泵电源监视正常。

B.7.3 紧急停循环泵应满足以下基本条件：

- a) 主循环泵联锁投入；
- b) 主循环泵电气故障。

B.7.4 联锁启主循环泵，应满足以下条件： $[a \text{ AND } (b \text{ OR } c) \text{ AND } d \text{ AND } e] \text{ OR } [e \text{ AND } f \text{ AND } g] \text{ OR } [e \text{ AND } h \text{ AND } i]$

- a) 主循环泵联锁投入；
- b) 另一台泵出口压力超低；
- c) 另一台泵电气回路故障；
- d) 主循环泵无电气故障；
- e) 另一台泵非运行态；
- f) 周期切泵允许投入；
- g) 另一台泵运行时间到（可调运行周期、脉冲信号）；
- h) 另一台泵周期启动切换失败；
- i) 另一台泵周期切换启动。

B.7.5 联锁停主循环泵，应满足以下条件： $(a \text{ AND } b) \text{ OR } (c \text{ AND } d)$

- a) 主泵联锁投入（延迟数秒断）；
- b) 主泵出口压力超低；
- c) 周期切换投入；
- d) 主循环泵到达 168h（可整定）。

B.7.6 水冷系统电加热器根据被冷却设备进口总管温度进行自动控制，启动电加热器应满足以下基本条件：

- a) 电加热器远程模式；
- b) 电加热器电源开关未断开；
- c) 任一循环泵运行。

B.7.7 联锁启电加热器，应满足以下条件： $(a \text{ AND } b \text{ AND } c \text{ AND } i) \text{ OR } (d \text{ AND } e \text{ AND } f \text{ AND } g \text{ AND } i) \text{ OR } (f \text{ AND } h \text{ AND } i)$ ，延迟 5 秒生效

- a) 电加热器联锁投入；
- b) 另一台电加热器运行；
- c) 另一台电加热器电气故障；
- d) 被冷却设备进口总管温度低于单台启动温度设定值（14℃，可整定）；
- e) 另一台电加热器未运行；
- f) 此台电加热器无故障；
- g) 加热器为备加热器或另一台电加热器电气故障；
- h) 被冷却设备进口总管温度低于两台同时启动温度设定值（12℃，可整定）；

- i) 此台电加热器未运行。
- B. 7. 8 联锁停电加热器, 应满足以下条件: [(a AND b) OR d OR (e AND f)] AND c
 - a) 此台为主加热器;
 - b) 被冷却设备进口总管温度高于设定值 (16°C, 可整定);
 - c) 此台加热器运行;
 - d) 被冷却设备进口总管温度高于设定值 (18°C, 可整定);
 - e) 此台电加热器电气故障;
 - f) 电加热器联锁投入。
- B. 7. 9 补气电磁阀根据膨胀罐内压力进行自动启停控制, 启动补气电磁阀应满足以下基本条件:
 - a) 膨胀罐压力低于设定值;
 - b) 氮气瓶压力无超低报警;
 - c) 补气电磁阀电源开关合闸。
- B. 7. 10 停止补气电磁阀应满足以下任一基本条件:
 - a) 膨胀罐压力高于设定值;
 - b) 氮气瓶压力超低报警;
 - c) 补气电磁阀电源开关未合闸。
- B. 7. 11 排气电磁阀根据膨胀罐内压力进行自动启停控制, 启动排气电磁阀应满足以下基本条件:
 - a) 膨胀罐压力高于设定值;
 - b) 排气电磁阀电源开关合闸。
- B. 7. 12 停止排气电磁阀应满足以下基本条件:
 - a) 膨胀罐压力低于设定值;
 - b) 排气电磁阀电源开关未合闸。
- B. 7. 13 风机设计为变频+工频回路, 正常情况下变频运行, 变频回路故障时可投入工频回路。空冷器风机根据被冷却设备进口总管温度进行控制。变频风机组在仅能运行一台风机时, 进行联锁控制, 轮循环启停, 若一组变频器故障, 启动另一组变频风机, 且变频器故障风机当作工频风机使用。

B. 8 电气系统

- B. 8. 1 电气系统包含的控制设备有: 励磁、SFC、站用变、主变等系统的隔离开关、断路器。
- B. 8. 2 合闸 SFC 隔离变开关柜断路器应满足以下基本条件:
 - a) 投远方;
 - b) 接地刀分位。
- B. 8. 3 合闸主变高压侧隔离开关应满足以下基本条件:
 - a) 接地刀分位;
 - b) 调相机变压器开关柜断路器分位;
 - c) 投远方。
- B. 8. 4 分闸主变高压侧隔离开关应满足调相机变压器开关柜断路器分位。
- B. 8. 5 合闸主变高压侧接地开关应满足以下基本条件:
 - a) 隔离刀分位;
 - b) 投远方。
- B. 8. 6 合闸调相机变压器开关应满足以下基本条件:
 - a) 断路器弹簧储能;
 - b) 投远方;

c) 接地刀分位。

B.8.7 合闸断路器应满足以下基本条件：

- a) 断路器分位；
- b) 投远方。

B.9 顺控 APS

B.9.1 启动机组 APS 流程前，先启动辅助系统 APS。辅助系统正常启动后，启动机组 APS 完成机组一键并网。启动过程中，如果热工主保护动作，启动紧急停机流程。

B.9.2 油系统顺控启应满足以下基本条件：

- a) 排烟风机、交直流润滑油泵、各自断路器闭合；
- b) 已预选主油泵；
- c) 润滑油控制柜电源正常；
- d) 润滑油油温、油位正常。

B.9.3 润滑油系统启动顺控步序如下表所示：

步序	类别	描述
1	指令	投入润滑油箱电加热器联锁
	反馈	润滑油箱电加热器联锁投入
2	指令	启动油烟风机并投入油烟风机联锁
	反馈	油烟风机已启动且排烟风机联锁已投入
3	指令	启动交流润滑油泵并投联锁
	反馈	交流润滑油泵工作正常且供油管道油压建立

B.9.4 润滑油系统顺控停应满足以下基本条件：

- a) 调相机停机态；
- b) 手动停。

B.9.5 润滑油系统停止顺控步序如下表所示：

步序	类别	描述
1	指令	退出润滑油系统所有联锁
	反馈	润滑油系统所有联锁均退出
2	指令	停止油箱加热器
	反馈	油箱加热器已停止
3	指令	停止润滑油泵
	反馈	润滑油泵均已停止
4	指令	停止润滑油系统油烟风机
	反馈	润滑油系统油烟风机均停

B.9.6 调相机启动阶段，由分布式调相机 DCS 判断机组具备启机及并网条件，具体条件如下表所示：

序号	条件	备注
1	机组停机状态（GCB 断路器柜断路器 GCB 断路器分位，机端电压小于设定值）	
2	润滑油系统备妥（任一润滑油泵运行且供油母管压力正常）	
3	同期装置无故障且无异常报警	

序号	条件	备注
4	无励磁系统主励 A/B 综合故障、无励磁系统功率柜故障、无励磁系统综合告警、 无主励磁系统故障	是否分别配置了启励、 主励
5	灭磁开关在分位且远方控制位置	
6	SFC 控制柜就绪且无告警	
7	SFC 出口断路器（分闸位置且 SFC 出口断路器远方控制	
8	无保护装置异常告警	
9	主变高压侧隔离开关操作箱刀闸在合闸位置	
10	主变高压侧接地开关操作箱刀闸在分闸位置	
11	外冷水系统备妥（水泵运行状态、泵出口压力流量温度正常）	配置外冷水系统
12	无热工保护跳闸条件	

B.9.7 调相机一键启动顺控步序如下表所示：

步序	类别	描述
1	指令	合灭磁开关
	反馈	励磁灭磁开关合闸状态
2	指令	合 SFC 出口断路器柜断路器
	反馈	SFC 出口断路器柜断路器合位
3	指令	启动 SFC
	反馈	SFC 系统控制柜启机运行 励磁电流环模式 直流开关、灭磁开关合位 机组转速到 转速大于 3150r/min（可整定）
4	指令	停止 SFC
	反馈	SFC 系统控制柜启机退出 励磁停机 SFC 隔离变开关柜断路器分闸信号
5	指令	分 SFC 出口断路器柜断路器
	反馈	SFC 出口断路器柜断路器分闸位置
6	指令	启动励磁
	反馈	励磁电压环模式 转速大于 2900r/min（可整定）且机端电压大于 5.48kV（可整定）
7	指令	启动同期
	反馈	并网断路器柜并网断路器合位 若同期捕捉失败，且在重启次数内执行快速重启调相机流程

注：根据主拓扑结构的不同，顺控逻辑会有所差异，根据现场实际情况进行调整。

B.9.8 如同期装置捕捉不到合适的并网点，则报同期捕捉失败，监控系统给主励磁停机令，主励磁逆变停机，把机端电压降下来之后（小于 5%），监控系统再重新给 SFC 开机令，执行快速重启调相机的流程。

B.9.9 调相机快速再启动顺控步序如下表所示：

步序	类别	描述
1	指令	停止励磁
	反馈	机端电压小于设定值且励磁灭磁开关合闸状态
2	指令	合 SFC 出口断路器柜断路器
	反馈	SFC 出口断路器柜断路器合位
3	指令	启动 SFC
	反馈	SFC 系统控制柜启机运行 励磁电流环模式 直流开关、灭磁开关合位 机组转速到 转速大于 3150r/min（可整定）
4	指令	停止 SFC
	反馈	SFC 系统控制柜启机退出 励磁停机 3SFC 隔离变开关柜断路器分闸信号
5	指令	分 SFC 出口断路器柜断路器
	反馈	SFC 出口断路器柜断路器分闸位置
6	指令	启动励磁
	反馈	励磁电压环模式 转速大于 2900r/min（可整定）且机端电压大于 5.48kV（可整定）
7	指令	启动同期
	反馈	并网断路器柜并网断路器合位

B.9.10 调相机停机允许条件如下表所示：

序号	条件
1	并网态（转速大于 2900r/min（可整定）且机端电压大于 5.48kV（可整定）且零转速信号无且并网断路器合闸且并网断路器分闸信号无）
2	并网断路器远控位置

B.9.11 调相机一键停机顺控步序如下表所示：

步序	类别	描述
1	指令	励磁系统下无功归零指令
	反馈	机组无功功率绝对值小于 5Mvar（可整定）
2	指令	分并网断路器
	反馈	并网断路器分位
3	指令	分灭磁开关
	反馈	灭磁开关分位且灭磁开关合位信号无

B.10 保护跳闸

B. 10.1 机组触发热工保护条件后，执行紧急停机程序，保障机组各系设备不被损坏。

B. 10.2 调相机保护跳应满足以下基本条件：

- a) 励端轴瓦温度大于 110℃（可整定）；
 - b) 非励端轴瓦温度大于 110℃（可整定）；
 - c) 励端 X/Y 向轴振动高与非励端 X/Y 向轴振动高；
 - d) 励端 X/Y 向轴瓦振动高与非励端 X/Y 向轴瓦振动高；
 - e) 定子绕组温度大于 125℃（可整定）；
 - f) 定子铁芯温度大于 125℃（可整定）；
 - g) 超速保护；
 - h) 润滑油压力低；
 - i) 润滑油箱液位低；
 - j) 急停按钮触发；
 - k) 断水保护（若配置外水冷系统）。
-